

АМПЛИТУДНАЯ И ЧАСТОТНАЯ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ЧЕРЕЗ ПЛАСТИНУ СЛОИСТОГО СВЕРХПРОВОДНИКА

М. А. Сорокина

Научный руководитель член-кор. НАН Украины, проф. В. А. Ямпольский

Кафедра теоретической физики имени И. М. Лифшица

Физический факультет

Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

Растущий интерес к необычным электромагнитным свойствам слоистых сверхпроводников вызван их прикладной значимостью в физике, а также в спектроскопии, томографии, химии, химической и биологической идентификации, медицинской диагностике и т. д. Такие системы имеют слоистую структуру, в которой сверхпроводящие слои связаны джозефсоновскими контактами через более толстые диэлектрические промежутки. Взаимодействие джозефсоновского тока, текущего поперек слоев, с электромагнитным полем приводит к существованию особого вида возбуждений, так называемых джозефсон-плазменных волн (ДПВ). Нелинейность уравнений, описывающих электромагнитное поле в слоистом сверхпроводнике, приводит к нелинейным эффектам в распространении ДПВ. Связанные с этим эффекты экспериментально наблюдаются при джозефсоновском плазменном резонансе, возникающем при резонансном взаимодействии джозефсоновских плазменных волн с внешним электрическим полем. Для нелинейных ДПВ характерны такие явления, как самофокусировка, остановка света, стимулированная прозрачность и т.д.

В данной работе теоретически исследуется сильно нелинейное явление – значительное изменение коэффициента прохождения электромагнитных волн через пластину из слоистого сверхпроводника в широких пределах, от единицы до практически нуля, при изменении амплитуды или частоты облучающего поля, тогда как значения толщины образца и угла падения остаются неизменными. Это означает, что выбором амплитуды или частоты падающей волны можно добиться полного прохождения волны или полного ее отражения. Кроме того, амплитудная зависимость коэффициента прохождения является гистерезисной, при монотонном росте амплитуды коэффициент прохождения может меняться скачком.

Эффект обусловлен особым типом нелинейности джозефсон-плазменных волн в слоистом сверхпроводнике и может быть использован при создании наноприборов, действующих в терагерцовом диапазоне частот.

1. S.E. Savel'ev, V.A. Yampol'skii, F. Nori, Surface Josephson plasma waves in layered superconductors, Phys. Rev. Lett. 95, 187002 (2005).

2. S.E. Savel'ev, A.L. Rakhmanov, V.A. Yampol'skii, F. Nori, Analogs of nonlinear optics using Tera-Hertz Josephson plasma waves in layered superconductors, Nature 2, 521–525 (2006).